ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ







Научная статья
УДК 331.45
https://doi.org/10.23947/2541-9129-2022-4-12-21

Игровые компьютерные технологии в обучении технике безопасности на предприятиях агропромышленного комплекса

В. Ю. Контарева[1] ✉, **В. В. Белик**[2]
[1] Донской государственный аграрный университет (п. Персиановский, Российская Федерация)
[2] Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)
✉ valia_k@bk.ru

Аннотация

Введение. Рассматриваемая тема актуализирована официальной отечественной статистикой, согласно которой более трети работников трудятся во вредных и опасных условиях. В процессе производства люди получают травмы и увечья, теряют трудоспособность. Ежегодно на рабочих местах фиксируются десятки инцидентов со смертельным исходом. Цель исследования — показать преимущества и перспективы внедрения игровых компьютерных технологий в обучение работников охране труда в агропромышленном комплексе (АПК).

Материалы и методы. Рассмотрена научная литература, посвященная обучающим возможностям игровых цифровых решений. Применительно к теме данного исследования оценен потенциал ряда компьютерных игр, технологий виртуальной, дополненной и смешанной реальности. Известный и доступный на рынке игровой софт рассмотрен во взаимосвязи с темами и целями обучения безопасности труда. Отмечены сильные и слабые стороны такого подхода.

Результаты исследования. Показано, каким образом следует готовиться к внедрению игровых компьютерных технологий в систему обучения безопасности труда. В частности, необходимо выявить и систематизировать причины несчастных случаев и травматизма на производстве, сфокусироваться на отраслевых (в данном случае — наиболее характерных для сельского хозяйства). Следует обратить особое внимание на риски организационного характера, т. к. при упущениях такого рода персонал будет работать в изначально опасных условиях и качественное обучение может оказаться бесполезным. Рассмотрены подходы к организации обучения, ведению занятий, проверке и закреплению знаний. Представлены игровые цифровые продукты, зарекомендовавшие себя при обучении безопасности труда в различных отраслях, в том числе в АПК. Рассмотрены варианты такого обучения. Обосновано использование инструментария цифровых игровых технологий для качественного освоения техники безопасности, формирования навыков безопасного поведения и мотивации к предотвращению травматизма.

Обсуждение и заключения. Результаты работы позволяют утверждать, что игровые компьютерные технологии можно успешно задействовать для обучения охране труда и технике безопасности в сельском хозяйстве. Данный подход обладает серьезными преимуществами с точки зрения организации, наглядности, экономичности и безопасности. Определенные недостатки метода, вероятно, некоторое время будут препятствовать повсеместному внедрению таких решений в обучение безопасности труда на предприятиях АПК. Однако в среднесрочной перспективе можно прогнозировать решение выявленных проблем благодаря развитию рынка цифровых игр, виртуальных технологий и разработке отечественных аналогов.

Ключевые слова: игровые компьютерные технологии, виртуальная реальность, дополненная реальность, смешанная реальность, обучение технике безопасности, причины несчастных случаев, агропромышленный комплекс.

Для цитирования. Контарева, В. Ю. Игровые компьютерные технологии в обучении технике безопасности на предприятиях агропромышленного комплекса / В. Ю. Контарева, В. В. Белик // Безопасность техногенных и природных систем. — 2022. — № 4. — С. 12–21. https://doi.org/10.23947/2541-9129-2022-4-12-21

Original article

Gaming Computer Technologies in Safety Training at the Agro-Industrial Complex Enterprises

Valentina Yu. Kontareva[1] ✉, **Vladimir V. Belik**[2]

[1] Don State Agrarian University (Persianovsky, Russian Federation)

[2] Rostov State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

✉ valia_k@bk.ru

Abstract

Introduction. The topic under consideration is updated by official domestic statistics, according to which more than a third of employees work in harmful and dangerous conditions. During the production process, people get injured and maimed, lose their ability to work. Dozens of fatal incidents are recorded at workplaces every year. The purpose of the study is to show the advantages and prospects of the introduction of gaming computer technologies in the training of workers in labor protection in the agro-industrial complex (AIC).

Materials and Methods. The scientific literature devoted to the educational possibilities of digital gaming solutions is considered. In relation to the topic of this study, the potential of a number of computer games, virtual, augmented and mixed reality technologies is evaluated. The well-known and commercially available gaming software is considered in relation to the topics and objectives of occupational safety training. The strengths and weaknesses of this approach are noted.

Results. The paper shows how to prepare for the introduction of gaming computer technologies into the occupational safety training system. In particular, it is necessary to identify and systematize the causes of accidents and injuries at work, to focus on industry (in this case, the most typical for agriculture). Special attention should be paid to organizational risks, because if they are neglected, personnel will work in initially dangerous conditions and high-quality training may be useless. The approaches to the organization of training, conducting classes, checking and consolidating knowledge are considered. Digital gaming products that have proven themselves in occupational safety training in various industries, including the agro-industrial complex, are presented. Variants of such training are considered. The use of digital gaming technology tools for the qualitative development of safety techniques, the formation of safe behavior skills and motivation to prevent injuries is justified.

Discussion and Conclusion. The results of the work allow us to assert that gaming computer technologies can be successfully used for teaching occupational health and safety in agriculture. This approach has serious advantages in terms of organization, visibility, cost-effectiveness and safety. Certain disadvantages of the method are likely to hinder the widespread implementation of such solutions in occupational safety training at agricultural enterprises for some time. However, in the medium term, it is possible to predict the solution of the identified problems due to the development of the digital games market, virtual technologies and the development of domestic analogues

Keywords*:* gaming computer technologies, virtual reality, augmented reality, mixed reality, safety training, accident causes, agro-industrial complex.

For citation. Kontareva V. Yu., Belik V. V. Gaming Computer Technologies in Safety Training at the Agro-Industrial Complex Enterprises. Safety of Technogenic and Natural Systems, 2022, no. 4, pp. 12−21. https://doi.org/10.23947/2541-9129-2022-4-12-21

Введение. С 1 сентября 2022 года четче систематизируются и регламентируются обучение и проверка знаний в сфере охраны труда. Участие обязательно не только для исполнителей, но и для руководства, работодателей, индивидуальных предпринимателей. Обучение должно формировать знания, умения и навыки, позволяющие развивать компетенции для обеспечения безопасности труда, сохранения жизни и здоровья. В числе обязательных мероприятий:

– инструктажи;

– стажировки на рабочем месте;

– отработка оказания первой помощи;

– освоение навыков использования средств индивидуальной защиты (СИЗ);

– обучение охране труда[1, 2].

По данным за 2017–2020 гг. в России во вредных и опасных условиях труда занято в среднем 33,5 % работников, на тяжелых работах — 18,4 %[3]. За это время пострадали с утратой трудоспособности 8313 человек (в среднем 2078 человек в год), 530 инцидентов завершились смертельным исходом (в среднем 133 случая в год). Достаточно высокий уровень травмирования может быть обусловлен многозадачностью при реализации технологических процессов, широкой номенклатурой работ, разнообразием оборудования, инструментов и машин, сезонностью, климатическими и погодными условиями, невосприимчивостью к внедрению новаций в охране труда и т. д.[4]

Цель работы — исследование возможности обучения охране труда и технике безопасности (ТБ) в АПК с использованием адаптированных игровых компьютерных технологий.

Материалы и методы. Рассмотрены отечественные и зарубежные научные и прикладные работы, в которых описаны обучающие возможности игровых цифровых решений. Применительно к теме данного исследования комплексно оценен потенциал некоторых компьютерных игр, а также технологий виртуальной, дополненной и смешанной реальности. Особенно отмечены продукты, которые позволяют в процессе обучения:

– взаимодействовать с объектами на экране;

– моделировать ситуацию с помощью виртуальных очков или шлема;

– воссоздавать среду, близкую к реальной;

– комбинировать физические и цифровые объекты.

Известный и доступный на рынке игровой софт рассмотрен во взаимосвязи с производственными факторами опасности, темами и целями обучения безопасности труда.

Результаты исследования. При организации обучения и проверки знаний по охране труда на предприятиях агропромышленного комплекса (АПК) следует выявить и систематизировать общие и специфические, отраслевые причины несчастных случаев и травматизма. По статистике, основные из них:

– воздействие на работников движущихся, разлетающихся, вращающихся предметов, деталей эксплуатируемых машин;

– падения;

– обрушения и обвалы почвы;

– пожары (воздействие дыма, огня, пламени);

– воздействие электрического тока (рис. 1).

[1] Трудовой кодекс Российской Федерации / Государственная Дума ; Совет Федерации // Консультант Плюс : [сайт]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/ (дата обращения: 03.09.2022).
[2] О порядке обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда : Постановление Правительства РФ от 24.12.2021 № 2464 // Консультант Плюс : [сайт]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_405174/ (дата обращения: 03.09.2022).
[3] Условия труда. Удельный вес работников организаций, занятых во вредных и (или) опасных условиях труда, по видам экономической деятельности (начиная с 2017 г.) / Федеральная служба государственной статистики // rosstat.gov.ru : [сайт]. URL: https://rosstat.gov.ru/working_conditions (дата обращения: 03.09.2022).
[4] Контарева В. Ю. Анализ травматизма и мероприятия по организации производственной безопасности в аграрном секторе // Совершенствование технологий производства, переработки и экспертизы качества пищевой продукции : мат-лы всерос. (нац.) науч.-практ. конф. 2019. С. 79–86. // Центральная научная сельскохозяйственная библиотека : [сайт]. URL: http://www.cnshb.ru/jour/j_as.asp?id=147227 (дата обращения: 03.09.2022).

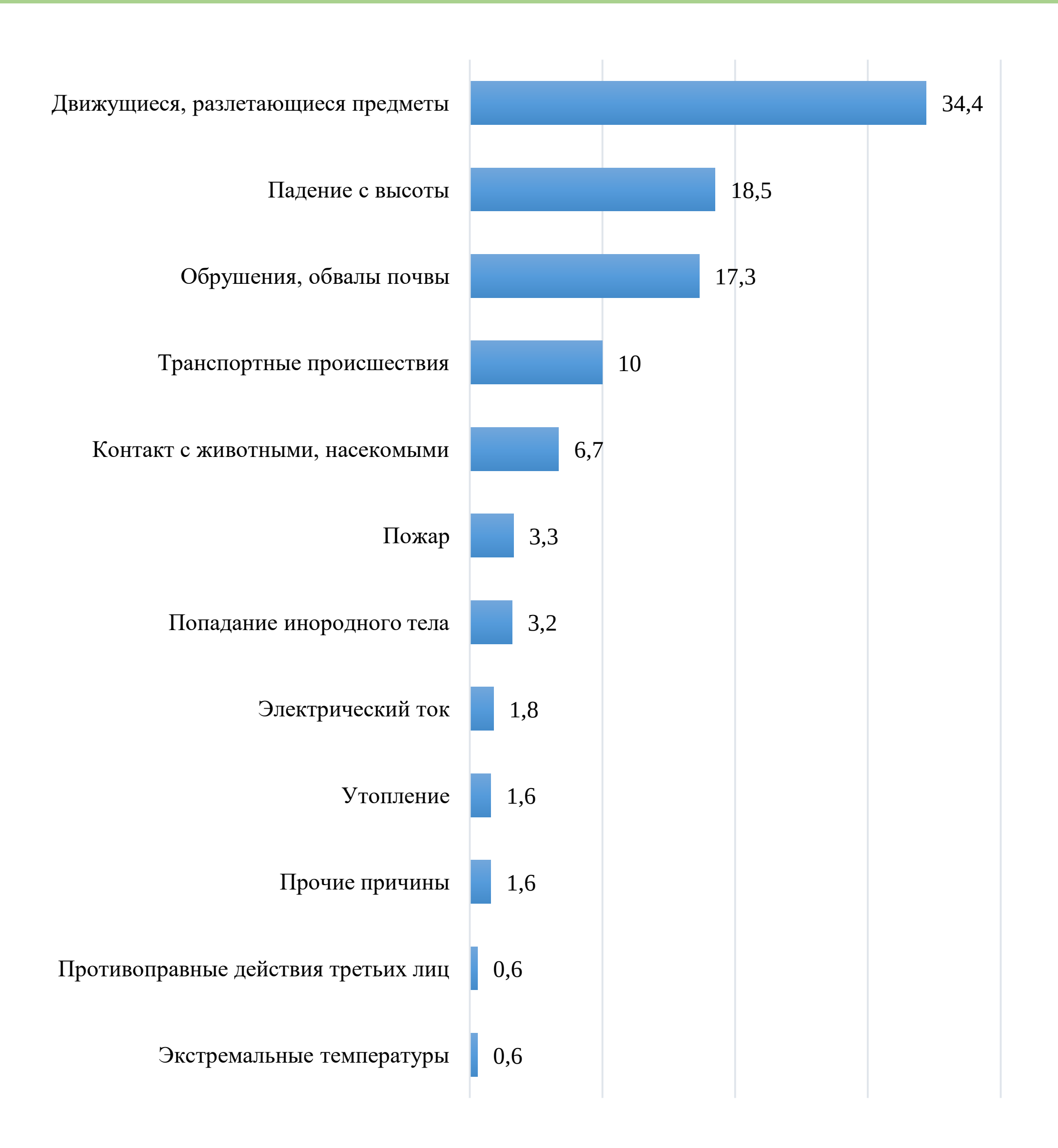


Рис. 1. Основные причины несчастных случаев в сельском хозяйстве, %

Важно выделить причины несчастных случаев организационного характера (рис. 2):

– неудовлетворительная организация производства работ;
– игнорирование обучения и проверки знаний по охране труда;
– отсутствие инструктажей;
– нарушение трудового распорядка и дисциплины;
– неудовлетворительное содержание рабочих мест и т. д.

Значимые причины травматизма в сельском хозяйстве:

– несоблюдение требований техники безопасности (ТБ), в том числе при эксплуатации механизмов и оборудования;
– нарушения работниками трудового распорядка и дисциплины труда;
– отсутствие или неприменение средств индивидуальной защиты и т. д. [1–3].



Рис. 2. Основные организационные причины несчастных случаев в сельском хозяйстве, %

По данным авторов работ [4, 5], качественное обучение и проверка знаний по охране труда формируют у сотрудников навыки безопасного поведения, что способствует предотвращению травм. К пассивным видам обучения относят традиционные аудиторные и дистанционные формы, к активным — стажировки, отработку операций на тренажерах и (или) учебных рабочих местах, манекенах. Теория при пассивном обучении усваивается, как правило, в минимальном объеме, если не подкреплена развитием практических навыков[5]. Активное обучение закрепляем навыки и умения, однако организовать его сложнее из-за затратности. Это подход требует больше времени, человеческих, материальных и финансовых ресурсов. Такие расходы не всегда целесообразны.

Основные недостатки обоих подходов:

– не дают полного представления о реальных опасных производственных ситуациях;

– не обеспечивают достаточный уровень подготовки работников с низкой грамотностью;

– не позволяют долго удерживать внимание аудитории [5].

В связи с вышеизложенным представляется перспективным задействовать цифровые игровые формы для обучающих мероприятий и проверки знаний в сфере охраны труда и ТБ [6].

Игровые компьютерные технологии успешно применяются как обучающие ресурсы в медицине, добыче полезных ископаемых, сельском хозяйстве, спорте, строительстве, обороне, безопасности, охране труда и т. д. [5] (таблица 1).

---

[5] Аникина О. М. Геймификация производственно-технического обучения // Научные исследования и инновации : сб. ст. V междунар. науч.-практ. конф. Саратов, 2021. С. 306–311.

Таблица 1

Основные игровые компьютерные технологии

Технология	Краткое описание	Пример
Компьютерная игра	Участники игры взаимодействуют с объектами на экране	BUT-Safety Цифровая игра по безопасности, охране труда. Цель — проверка и закрепление знаний
Виртуальная реальность (virtual reality, VR)	Опыт моделируется с помощью виртуальных очков или шлема. Погружение в 3D-среду, близкую к реальной	VR тренажер HSE Отработка действий по промышленной и экологической безопасности, охране труда и гражданской защите
Дополненная (augmented reality, AR) и смешанная реальность (mixed reality, MR)	Воссозданная ситуация объединяет физические и виртуальные объекты, смоделированные компьютерными технологиями. Для использования AR достаточно смартфона или планшета	ARgument.Safety Сервис для снижения травматизма и ЧС инструктирует по использованию оборудования, предупреждает о возможной опасности, формирует культуру охраны труда

Данные таблицы 1 дают возможность судить об обучающем потенциале игровых технологий. Они позволяют отрабатывать реакцию на:

– опасные и вредные производственные факторы;
– угрозу пожара и пожар;
– энергетические аварии;
– сбои в работе техники и оборудования.

К тому же цифровые решения задействуют, чтобы разъяснить:

– правовые и теоретические принципы охраны труда;
– основы безопасного поведения на рабочих местах;
– правила первой помощи пострадавшим.

Так можно научить пользоваться средствами индивидуальной защиты, провести инструктаж и проверить знания. Технологии следует соотносить с темами и целями обучения (таблица 2).

Таблица 2

Использование игровых компьютерных технологий в зависимости от темы и цели обучения

Фактор опасности	Тема обучения	Цель обучения	Технология
Химический, физический, биологический	Опасные и вредные производственные факторы, их воздействие на работника, защита от них	Определение источников опасности	Дополненная виртуальная среда (System for Augmented Virtuality Environment Safety — SAVES) [7]
		Осведомленность об опасностях и обучение безопасности	Виртуальная учебная среда с использованием экспериментальной теории обучения Колба [8]
Риск падения		Определение источников опасности	SAVES
		Определение небезопасных условий и решение в условиях множественного выбора	Приложение AR на платформе Microsoft HoloLens
		Реагирование на чрезвычайные ситуации	Игра Harry’s Hard Choices [9]
Пожароопасность	Пожаробезопасность		
Эксплуатация агротехники и оборудования	Безопасность при эксплуатации агротехники и оборудования	Повышение эксплуатационных навыков и осведомленности о безопасности техники и оборудования	Моделирование в системе автоматизированного проектирования
		Идентификация опасности, оценка риска, контроль эксплуатации техники и	Программа обучения технике безопасности Университета Ватерлоо [10]

Фактор опасности	Тема обучения	Цель обучения	Технология
		оборудования	Игра Trouble Tower [11]
		Решение ситуационных задач при эксплуатации техники и оборудования	«Серьезная игра» [12]
Несоблюдение требований техники безопасности или ошибочные действия	Безопасные методы труда, основы безопасности и охраны труда	Обучение безопасным методам труда и охране труда, поиск безопасных вариантов	Персонализированная система поддержки обучения в игре [13]
		Изучение эргономики, безопасности, документов, процедур, оборудования, рабочих мест, технологических процессов	Система дополненной реальности и геймификации Manufacturing Training System (MTS) [14]
			«Цифровая эргономика» и «Серьезная игра» [12]
Электричество	Электробезопасность	Анализ рисков, изучение основ электробезопасности	Обучающая игра по электробезопасности[6]
		Опасности, оценка риска, установление мер контроля	Программа по технике безопасности Университета Ватерлоо [10]
Неиспользование, неправильное использование средств индивидуальной защиты	Средства индивидуальной защиты (назначение, применение)	Применение средств индивидуальной защиты	Виртуальная учебная среда с использованием экспериментальной теории обучения Колба [8]

Рассмотрим варианты такого обучения. Например, адаптивная персонализированная система поддержки обучения в игре [12] сосредоточена на правилах поддержания здоровья и безопасности в производственных условиях. Игрок отрабатывает навыки охраны труда и техники безопасности. До начала испытания он заполняет короткий профиль, чтобы система заранее учла его уровень подготовки.

«Цифровая эргономика» и «Серьезная игра» [14] дают общее и детальное представление об охране труда. В первом случае лучше подойдет «Цифровая эргономика». Она предназначена для распространения культуры безопасности среди персонала. «Серьезная игра» учит конкретным процедурам безопасности и позволяет проверять навыки.

Виртуальная учебная среда с использованием экспериментальной теории обучения Колба [10] отрабатывает практику:

– идентификации опасности;
– оценки риска;
– контроля;
– выяснения текущей эффективности.

Применение игровых компьютерных технологий в изучении рассматриваемых предметов не противоречит законодательным нормам. Рассмотрим в качестве примера инструктажи по охране труда: вводный, первичный (на рабочем месте), повторный, внеплановый, целевой. По действующим законам и нормам, их формы и методы определяет работодатель, а значит, он может задействовать то или иное цифровое решение. Проверяя знания об охране труда, работодатель также руководствуется локальными нормативными актами.

Организатор самостоятельно выбирает технические средства и наглядные пособия для обучения по более сложным темам: отработка навыков при оказании первой помощи пострадавшим и использование средств индивидуальной защиты.

Таким образом, для изучения ряда тем по охране труда допустимо использовать компьютерные игры, технологии виртуальной, дополненной и смешанной реальности.

В таблице 3 представлены возможные варианты участия разных категорий работников в обучении охране труда с применением игровых компьютерных технологий.

[6] Шилов А. В, Шампанов С. О, Ямщиков С. А. Обучающая компьютерная игра по электробезопасности // Электронная библиотека Белорусско-Российского университета : [сайт]. URL: http://e.biblio.bru.by/bitstream/handle/1212121212/12542/343-344.pdf?sequence=1&isAllowed=y (дата обращения: 04.09.2022).

Таблица 3

Участие различных категорий работников в изучении норм производственной безопасности с помощью игровых компьютерных технологий

Технология	Вид обучения	Тема обучения	Категория работников
AR, MR	Вводный инструктаж	Источники опасности. Действия в аварийной ситуации	Вновь принятые работники
	Инструктаж по охране труда на рабочем месте	Источники опасности, установленные специальной оценкой условий труда и профессиональных рисков. Условия труда, вредные, опасные факторы	Все работники, кроме освобожденных от прохождения инструктажа приказом работодателя
	Проверка знаний требований охраны труда	Охрана труда	Работники, прошедшие инструктаж и обучение по охране труда
VR	Стажировка на рабочем месте	Отработка практических навыков безопасного выполнения работ	Работники, успешно прошедшие инструктаж и обучение по охране труда
	Обучение оказанию первой помощи	Первая помощь при потере сознания, остановке дыхания, кровотечениях, травмах и пр.	Уполномоченные проводить инструктаж и оказывать первую помощь. Работники, управляющие машинами и механизмами. Иные (по решению работодателя)
	Обучение использованию СИЗ	Средства индивидуальной защиты	Работники, использующие СИЗ, применение которых требует практических навыков

Обсуждение и заключения. Рассмотренные игровые компьютерные технологии можно адаптировать для обучения охране труда и технике безопасности в сельском хозяйстве. Данный подход может повысить успешность решения таких учебных задач, как: инструктаж, иллюстрирование теоретического материала, закрепление и проверка знаний, отработка навыков.

Перечислим преимущества внедрения цифровых игровых технологий в обучение охране труды:

1) бóльшая гибкость при выборе времени занятий;

2) качественное интерактивное моделирование реального опыта [6, 15];

3) фокусировка внимания игрока на конкретных задачах: что делать, чего избегать [5];

4) низкие затраты (в сравнении с отработкой навыков при использовании настоящих машин в реальной производственной ситуации) [16];

5) полная безопасность ошибок в игровой среде;

6) возможность часть обучения проводить дистанционно [17].

Следует отметить также недостатки, ограничивающие распространение геймификации как популярной обучающей технологии:

1) отсутствие взаимодействия с реальными рабочими материалами [18];

2) психосоматические реакции игроков (головокружение, головная боль, усталость глаз) [19];

3) недоступность на некоторых предприятиях (особенно в сельском хозяйстве) скоростного интернета, а также технологий 3D, VR, AR, MR [20].

Стоит отметить, что с развитием цифровых технологий удастся преодолеть отмеченные выше недостатки. Решения станут более доступными, существенно расширится ассортимент игр, повысится реалистичность симуляций. К тому же для различных отраслей и видов деятельности можно разработать отечественные аналоги.

Список литературы

1. Гальянов, И. В. Виды и причины несчастных случаев с тяжелыми последствиями в сельском хозяйстве и основные направления их предупреждения / И. В. Гальянов, Н. С. Студенникова // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. — 2015. — № 27. — С. 47–60.

2. Алексеенко, А. С. Условия труда и безопасность работы операторов мобильных сельскохозяйственных машин в АПК Республики Беларусь / А. С. Алексеенко, М. В. Цайц // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. — 2019. — № 2. — С. 280–285.

3. Студенникова, Н. С. Обзор состояния травматизма в растениеводстве в России и зарубежных странах / Н. С. Студенникова // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. — 2018. — Т. 14, № 3. — С. 541–557.

4. Personal and organizational knowledge transfer: Implications for worklife engagement / M. P. Leiter, A. L. Day, P. Harvie, K. Shaughnessy // Human Relations. — 2007. — Vol. 60. — P. 259–283. https://doi.org/10.1177/0018726706076025

5. Innovating Occupational Safety Training: A Scoping Review on Digital Games and Possible Applications in Agriculture / L. Vigoroso, F. Caffaro, M. Micheletti Cremasco, E. Cavallo // International Journal of Environmental Research and Public Health. — 2021. — Vol. 8 (4). — P. 1868. https://doi.org/10.3390/ijerph18041868

6. Exploring gamification approach in hazard identification training for Malaysian construction industry / N. I. Mohd, K. N. Ali, S. Bandi, F. Ismail // International Journal of Built Environment and Sustainability. — 2019. — Vol. 6. — P. 51–57. https://doi.org/10.11113/ijbes.v6.n1.333

7. Enhancing Construction Hazard Recognition with High-Fidelity Augmented Virtuality / A. Albert, M. R. Hallowell, B. Kleiner [et al.] // Journal of Construction Engineering and Management. — 2014. — Vol. 140. — P. 1–11. 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000860

8. Virtual learning for safety, why not a smartphone? / N. D. Dholakiya, M. Ferjencik, D. Schofield, J. Kubík // Process Safety Progress. — 2018. — Vol. 38 (1). https://doi.org/10.1002/prs.12005

9. Brown, L. D. Improving safety training through gamification: An analysis of gaming attributes and design prototypes / L. D. Brown, M. M. Poulton // Advances in Intelligent Systems and Computing. — 2019. — Vol. 780. — P. 392–403. https://doi.org/10.1007/978-3-319-94223-0_37

10. Designing and developing an effective safety program for a student project team / J. Catton, R. Shaikhi, M. Fowler, R. Fraser // Safety. — 2018. — Vol. 4. — 21 p. 10.3390/safety4020021

11. Greuter, S. Engaging students in OH&S hazard identification through a game / S. Greuter, S. Tepe // In: Proceedings of the Digital Games Research Association Conference, 2013, Atlanta, Georgia. Researchgate : [сайт]. — URL: https://www.researchgate.net/publication/259044058_Engaging_students_in_OHS_hazard_identification_through_a_game (дата обращения: 03.09.2022).

12. Interactive tools for safety 4.0: Virtual ergonomics and serious games in real working contexts / A. Lanzotti, A. Vanacore, A. Tarallo [et al.] // Ergonomics. — 2020. — Vol. 63. — P. 324–333. https://doi.org/10.1080/00140139.2019.1683603

13. Chodan, C. Safety does not happen by accident, can gaming help improve occupational health and safety in organizations? / C. Chodan, P. Mirza-Babaei, K. Sankaranarayanan // Digital Human Modeling and Applications in Health, Safety, Ergonomics and Risk Management. — 2017. — Vol. 10287. — P. 321–332. 10.1007/978-3-319-58466-9_29

14. A technology corner for operator training in manufacturing tasks / S. Gilotta, S. Spada, L. Ghibaudo, M. Isoardi // In: Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association, 2019. — P. 935–943. 10.1007/978-3-319-96071-5_96

15. Using Serious Games and Virtual Simulation for Training in the Fire Service: A Review / F. M. Williams-Bell, B. Kapralos, A. Hogue [et al.] // Fire Technology. — 2014. — Vol. 51. — P. 553–584. https://doi.org/10.1007/s10694-014-0398-1

16. Leba, M. Educational Software based on Gamification Techniques for Medical Students / M. Leba, A. Ionicã, D. Apostu // Recent Advances in Information and Communication Technology. — 2014. — P. 225–230. https://doi.org/10.13140/2.1.2901.8881

17. A Novel Approach for Training Crane Operators / G. K. Amal, M. L. Mclain, K. Bijlani [et al.] // In: Proceedings of the 2016 IEEE Eighth International Conference on Technology for Education (T4E), 2016. — P. 116–119. 10.1109/T4E.2016.030

18. Hafsia, M. Virtual Reality Simulator for Construction workers / M. Hafsia, E. Monacelli, H. Martin // In: Proceedings of the Virtual Reality International Conference – Laval Virtual, 2018. — P. 1–7. 10.1145/3234253.3234298

19. Liang, Z. Development of Virtual Reality Serious Game for Underground Rock-Related Hazards Safety Training / Z. Liang, K. Zhou, K. Gao // IEEE Access. — 2019. — Vol. 7. — P. 118639–118649. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2934990

20. Craig, C. Understanding perception and action in sport: How can virtual reality technology help? / C. Craig // Sports Technology. — 2013. — Vol. 6. — P. 161–169. 10.1080/19346182.2013.855224

Поступила в редакцию 05.09.2022
Поступила после рецензирования 30.09.2022
Принята к публикации 30.09.2022

Об авторах:

Контарева Валентина Юрьевна, доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности, механизация и автоматизация технологических процессов и производств» Донского государственного аграрного университета (346493, РФ, Ростовская область, п. Персиановский, ул. Кривошлыкова, 24), кандидат технических наук, ORCID, valia_k@bk.ru

Белик Владимир Владимирович, студент факультета «Информатика и вычислительная техника» Донского государственного технического университета (344003, ЮФО, Ростовская область, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), ORCID, superbelik@mail.ru

Заявленный вклад соавторов

В. Ю. Контарева — формирование основной концепции, анализ результатов исследований, доработка текста, корректировка выводов. В. В. Белик — формулирование цели и задачи исследования, подготовка текста, формулирование выводов.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.